

Centre  
risque &  
performance

# Résilience organisationnelle

Concepts et méthodologie d'évaluation



PRESSES INTERNATIONALES  
POLYTECHNIQUE

*Résilience organisationnelle – Concepts et méthodologie d'évaluation*  
Benoît Robert, directeur, *Centre risque & performance*

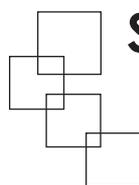
Couverture : Cyclone Design

Tous droits réservés  
© Presses internationales Polytechnique, 2009

On ne peut reproduire ni diffuser aucune partie du présent ouvrage,  
sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit, sans avoir  
obtenu au préalable l'autorisation écrite de l'éditeur.

Dépôt légal : 4<sup>e</sup> trimestre 2009  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
Bibliothèque et Archives Canada

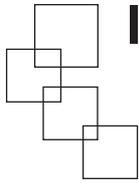
ISBN 978-2-553-01540-3  
Imprimé au Canada



# SOMMAIRE

▪ Index des auteurs.....	5
▪ Avant-propos.....	9
▪ Contexte .....	11
▪ Définition de la résilience organisationnelle.....	15
▪ Concepts de résilience organisationnelle .....	17
▪ Principes méthodologiques d'évaluation de la résilience.....	29
▪ Conclusion .....	45
▪ Bibliographie .....	47
▪ Notes .....	49





## INDEX DES AUTEURS

Ce livre est le fruit d'un travail qui a regroupé plusieurs personnes, dont le rôle et l'implication ont varié dans le temps, mais qu'il est important de nommer.

**Benoît ROBERT**, ing., M. Sc. A., Ph. D.

Professeur titulaire au Département de mathématiques et de génie industriel de l'École Polytechnique de Montréal, Benoît Robert fonde en 2000 le *Centre risque & performance*, un centre de recherche sur l'intégration des risques dans l'évaluation de la performance des réseaux de support à la vie. Ce centre se spécialise dans l'étude des effets domino entre plusieurs réseaux soumis à des aléas d'origine anthropique, soit des combinaisons d'événements naturels, technologiques, humains, informatiques et d'actes de malveillance. En plus de ses activités de recherche, il enseigne la gestion de projets technologiques et la gestion des risques technologiques, la planification des mesures d'urgence, la continuité opérationnelle et la résilience organisationnelle.

Rôle : développement des concepts théoriques de résilience, encadrement et coordination de l'ensemble des travaux de recherche réalisés par les auteurs.

**William PINEL**, M. Sc. A.

En 2009, William Pinel obtient un diplôme de maîtrise ès sciences appliquées en génie industriel à l'École Polytechnique de Montréal. Réalisés au *Centre risque & performance*, ses travaux de recherche portaient sur le développement des concepts théoriques de la résilience organisationnelle. Il a également participé à des activités de formation et d'exercices, notamment avec l'Organisation de la sécurité civile du Québec.

Ingénieur de formation, il détient un diplôme d'ingénieur généraliste orienté génie industriel et génie mécanique de l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers de Paris, en France.

Rôle : développement des concepts théoriques de résilience, dans le cadre de ses travaux de maîtrise.

**Jean-Yves PAIRET**, M. Sc. A.

En 2009, Jean-Yves Pairet obtient un diplôme de maîtrise ès sciences appliquées en génie industriel à l'École Polytechnique de Montréal. Réalisés au *Centre risque & performance*, ses travaux de recherche portaient sur le développement d'une méthodologie d'évaluation de la résilience.

Ingénieur de formation, il détient un diplôme d'ingénieur généraliste orienté génie industriel et génie mécanique de l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers de Paris, en France.

Rôle : développement de la méthodologie d'évaluation de la résilience, dans le cadre de ses travaux de maîtrise.

**Benjamin REY**

Élève ingénieur à l'École des Mines d'Alès, en France, dans la spécialité management des risques et environnement, Benjamin Rey obtiendra son diplôme en 2010. Il a réalisé un stage au *Centre risque & performance* à l'été 2009.

Rôle : application de la méthodologie développée au système de transport maritime des marchandises, dans le cadre de son stage, réalisé en partenariat avec le ministère des Transports du Québec.

**Céline COEUGNARD**

Élève ingénieure à l'École d'ingénieurs du CESI (Centre d'Études Supérieures Industrielles) à Arras, en France, Céline Coeugnard obtiendra son diplôme en 2010. Elle a réalisé un stage au *Centre risque & performance* à l'été 2009.

Rôle : application de la méthodologie développée à un système municipal, dans le cadre de son stage.

**Yannick HÉMOND**, M. Sc. A.

Détenteur d'un baccalauréat en administration des affaires de l'Université du Québec à Montréal (2004), Yannick Hémond a travaillé dans le domaine de la gestion de projets en développement

logiciel pendant trois ans avant de se consacrer à la recherche sur l'évaluation de la dépendance des réseaux de support à la vie en ce qui a trait au réseau routier. En 2008, il obtient un diplôme de maîtrise ès sciences appliquées en génie industriel à l'École Polytechnique de Montréal. Étudiant au doctorat, ses activités de recherche abordent la problématique de l'évaluation et de la mesure de l'état de résilience d'un ensemble d'organisation interdépendantes.

Rôle : participation au développement des concepts théoriques de résilience et supervision du stage de Céline Coeugnard, dans le cadre de ses travaux de doctorat en cours.

**Gabriel YAN**, M. Ing.

Détenteur d'un baccalauréat en génie électromécanique de l'Université du Burundi (1989), Gabriel Yan a travaillé comme gestionnaire de projet pendant près de 15 années, surtout dans le domaine minier. En 2003, il obtient une maîtrise en génie industriel, option gestion de projets technologiques, à l'École Polytechnique de Montréal. En 2005, il s'est joint au *Centre risque & performance* à titre d'associé de recherche.

Rôle : supervision des travaux de Benjamin Rey, dans le cadre de ses activités d'associé de recherche au Centre.

**Irène CLOUTIER**, M.A.

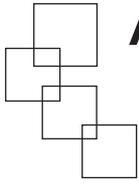
Détentriche d'un baccalauréat en histoire de l'Université d'Ottawa (1994), d'un certificat de journalisme (1999) et d'une maîtrise en muséologie de l'Université de Montréal (2004), Irène Cloutier est associée de recherche au *Centre risque & performance* depuis 2005. Elle coordonne les communications, développe les liens avec les réseaux dépendants et gère les divers projets de recherches du Centre.

Rôle : correction du document, dans le cadre de ses activités d'associée de recherche au Centre.

**Toutes ces personnes ont participé activement  
à la rédaction de cet ouvrage.**

**Merci.**





## AVANT-PROPOS

Cet ouvrage répond concrètement à une nouvelle tendance internationale : la résilience. Au delà d'une mode, cette tendance correspond à une volonté internationale des gouvernements de développer une culture de résilience dans leurs institutions et de mettre en œuvre des stratégies judicieuses pour y arriver. Cette volonté s'est exprimée à la suite, en 2005, de la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes de l'Organisation des Nations Unies et s'est concrétisée dans ce qu'on appelle la Déclaration de Hyogo. De grandes orientations politiques ont suivi dans de nombreux pays. Dans ce concert international, le Québec fait preuve de leadership en implantant, en 2008, une démarche pour accroître la résilience de ses systèmes essentiels. Sous l'égide de l'Organisation de la sécurité civile du Québec, cette démarche doit reposer sur une méthodologie opérationnelle d'évaluation de la résilience organisationnelle. C'est dans ce contexte que, depuis une année, les chercheurs et étudiants du *Centre risque & performance* du Département de mathématiques et de génie industriel de l'École Polytechnique de Montréal ont développé des concepts de résilience simples et efficaces qui permettent de définir un cadre méthodologique d'évaluation de la résilience concret et opérationnel. Ces concepts doivent maintenant être mis en œuvre par l'ensemble des systèmes essentiels au Québec. Il en résultera la création d'outils d'évaluation précis et adaptés qui pourront être utilisés par toute organisation gouvernementale et industrielle désireuse d'évaluer puis d'accroître sa résilience.

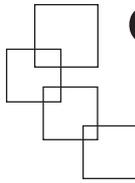
Cet ouvrage pose les bases conceptuelles et méthodologiques de l'évaluation de la résilience. Il s'adresse à toute personne qui voudrait implanter une démarche de résilience dans son organisation. C'est une démarche novatrice qui démontre une réelle volonté de participer à la résolution d'un défi en pleine émergence à travers le monde. Les chercheurs du *Centre risque & performance* désirent prendre part au développement d'une communauté de pratique liée à la résilience. Nous restons

donc ouverts à tout questionnement sur nos travaux. La résilience est une approche multidisciplinaire qui ne peut que s'enrichir par de multiples expérimentations d'application. Il est fondamental d'aller au delà des mots et de collaborer concrètement; il faut aussi apprendre les uns des autres.

## □ **Sommaire**

Cet ouvrage présente la synthèse de deux mémoires de maîtrise et de deux projets d'application des concepts méthodologiques à des problématiques gouvernementales réelles. Les deux premiers représentent un travail rigoureux et exhaustif de définition de concepts théoriques et méthodologiques. Les travaux qui ont suivi ont permis de rendre les résultats théoriques plus pragmatiques et opérationnels. Nous présentons ici un condensé de ces travaux, qui représentent près de 500 pages, afin de permettre au lecteur de s'initier rapidement et concrètement au domaine de la résilience et de son évaluation. Pour y arriver, nous avons divisé cet ouvrage en trois parties principales et relativement autonomes. Après une présentation des définitions, nous exposons les concepts de la résilience, ce qui nous permettra, enfin, d'aborder les principes méthodologiques de son évaluation. Concrètement, le lecteur y trouvera les parties suivantes :

- Contexte
- Définition de la résilience organisationnelle
- Concepts de résilience organisationnelle
- Principes méthodologiques d'évaluation de la résilience
- Conclusion



## CONTEXTE

Le concept de la résilience organisationnelle est né dans le contexte de la forte sensibilité des organisations devant des perturbations de toute envergure. Des événements comme le verglas de 1998 au Québec ou la panne électrique, en août 2003, qui a touché 50 millions de personnes dans les États de l'est et du Midwest des États-Unis ainsi qu'en Ontario ont fait prendre conscience aux gouvernements qu'il était devenu primordial de développer une culture de résilience au sein des organisations.

La Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes à Hyogo, en janvier 2005, a été le point de départ de nouvelles réformes pour de nombreux gouvernements. En effet, pour parvenir à ces résultats, la Conférence s'est fixé comme but stratégique de « mettre en place, à tous les niveaux, notamment au niveau des collectivités et institutions, des mécanismes et capacités qui peuvent aider systématiquement à accroître la résilience face aux aléas, ou les renforcer s'ils existent déjà » (Nations Unies, 2005, p. 9).

À l'échelle internationale, les États-Unis, l'Australie et le Canada ont suivi la volonté de la Conférence de Hyogo en définissant la résilience comme une priorité nationale.

Aux États-Unis, le *U.S. Department of Homeland Security* a mis en place un cadre de référence pour ses travaux de résilience au moyen d'une réforme intitulée *Building a Resilient Nation: Enhancing Security, Ensuring a Strong Economy* (The Reform Institute, 2008).

En Australie, le gouvernement a adopté une stratégie d'amélioration de la résilience au travers du document *Building a More Resilient Australia* (Australia Strategic Policy Institute [ASPI], 2008). En particulier, le *Trusted Information Sharing Network for Critical Infrastructure Protection* (TISN) et le *Critical Infrastructure Protection Modelling and Analysis Program* (CIPMA) représentent

quelques-unes des initiatives novatrices du gouvernement australien en termes d'amélioration de la résilience.

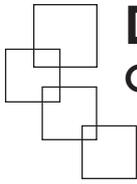
Au Canada, la Stratégie nationale sur les infrastructures essentielles et le Plan d'action sur les infrastructures essentielles visent à mettre en place une approche collective de gestion des risques à l'intention des administrations fédérales, provinciales et territoriales, ainsi que des infrastructures essentielles (SPC, 2008). Par cette stratégie, le gouvernement veut accroître les mesures de sécurité, augmenter les activités de continuité des opérations et de planification des mesures d'urgence, et renforcer les procédures d'intervention.

À l'échelle provinciale, le Québec a lancé en 2008 une démarche gouvernementale visant à accroître la résilience de ses systèmes essentiels (MSP, 2009). Coordonnée par l'Organisation de la sécurité civile du Québec (OSCQ), cette démarche vise notamment à maintenir ou à rétablir le fonctionnement des systèmes essentiels à un niveau de fonctionnement acceptable malgré des défaillances qui pourraient survenir. Un sous-comité de l'OSCQ sur la résilience des systèmes essentiels a également été créé. Il est composé de représentants des ministères et organismes regroupés en douze tables sectorielles. Le comité a pour mandat de mobiliser les propriétaires et exploitants des systèmes essentiels, qu'ils soient privés ou publics, d'établir des partenariats et d'assurer la cohérence et la complémentarité des mesures de prévention et de préparation envisagées par ces intervenants. À cette fin, le sous-comité de l'OSCQ a demandé au *Centre risque & performance* de l'École Polytechnique de Montréal de l'accompagner pour consolider la théorie sur la résilience organisationnelle, établir une terminologie commune et développer une méthodologie d'évaluation de la résilience.

Le présent document fait suite aux travaux de William Pinel (2009) sur la définition des concepts de résilience, à ceux de Jean-Yves Pairet (2009) traitant d'une méthodologie d'évaluation de la résilience, ainsi qu'aux travaux de validation des concepts effectués par le *Centre risque & performance* avec le ministère des Transports du Québec. Le document fait suite aussi à la réalisation d'une expérimentation d'application au milieu municipal. Il vise donc à présenter une synthèse des résultats de tous ces travaux.

Deux objectifs nous ont guidés. Le premier est de formuler les concepts de base en résilience organisationnelle en adoptant une approche multidisciplinaire et globale. Le deuxième est d'opérationnaliser ces concepts en développant une méthodologie d'évaluation de la résilience d'une organisation adaptable à tout système.





## DÉFINITION DE LA RÉSILIENCE ORGANISATIONNELLE

De nombreuses définitions théoriques de la résilience organisationnelle existent dans la littérature. La résilience peut être vue comme la capacité d'anticiper une perturbation, d'y résister en s'adaptant, et de se rétablir en retrouvant le plus possible l'état d'avant la perturbation (Madni, 2007).

Les nombreux concepts qui ressortent des définitions de résilience organisationnelle sont la connaissance de l'environnement, le niveau de préparation, l'anticipation des perturbations, la capacité de déploiement des ressources, le degré d'adaptation, la capacité de rétablissement, etc. (McManus *et al.*, 2008)

Les définitions sont donc nombreuses mais peu d'entre elles ont fait l'objet de réels concepts opérationnels pour évaluer et améliorer la résilience d'une organisation. Nous tenterons de répondre à cette problématique.

La définition de la résilience développée par le *Centre risque & performance* en collaboration avec l'OSCQ s'appuie sur les définitions et concepts présents dans la littérature, en les adaptant pour permettre une meilleure opérationnalisation dans une méthodologie (OSCQ, 2009). La définition retenue de la résilience organisationnelle se lit comme suit :

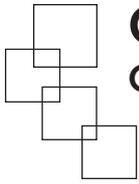
*La résilience est la capacité d'un système à maintenir ou à rétablir un niveau de fonctionnement acceptable malgré des perturbations ou des défaillances. (Pinel, 2009, p. 71)*

Les trois concepts clés de cette définition sont les suivants :

- « système » : l'organisation est vue selon une approche système;

- « malgré des perturbations ou des défaillances » : une acceptabilité et une caractérisation des perturbations, voire des défaillances, du système sont nécessaires;
- « capacité [...] à maintenir ou à rétablir » : devant des perturbations, le système adapte ses modes de gestion pour être plus résilient.

C'est autour de ces trois concepts clés que la résilience sera évaluée, analysée et représentée.



# CONCEPTS DE RÉSILIENCE ORGANISATIONNELLE

Nous expliquerons la résilience organisationnelle en en suivant les trois concepts clés, soit l'approche système, la caractérisation des perturbations et les modes de gestion.

## a) Approche système

Cette approche représente le premier concept de la résilience. Elle est préconisée pour représenter une organisation. Elle sera, dès lors, nommée « système ».

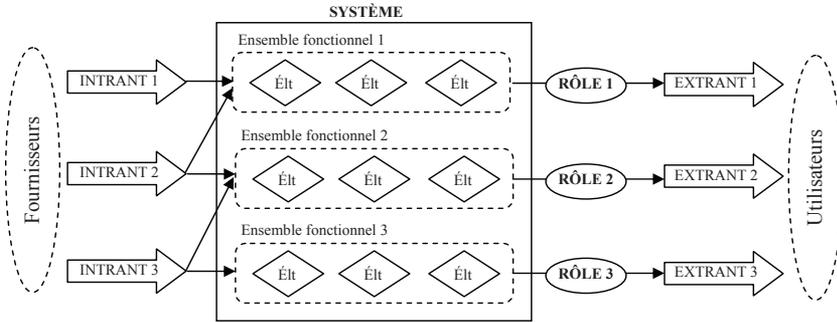
Un **système** est un ensemble coordonné d'éléments matériels ou immatériels et d'éléments de gestion et de contrôle organisés au sein d'ensembles fonctionnels selon des objectifs communs et fixés.

Un système utilise des ressources provenant de fournisseurs, appelées **intrants**, et fournit d'autres ressources à des utilisateurs, appelées **extrants**.

Un système peut se décomposer en plusieurs niveaux. Tout d'abord, il est constitué d'ensembles fonctionnels qui ont chacun un rôle dans la fourniture d'un extrant pour le système global. Il est important de noter que ce rôle peut être autant technique qu'administratif et réglementaire. On verra plus loin différents types de rôles possibles (tableau 1).

Chaque ensemble fonctionnel est ensuite lui-même constitué d'éléments qui peuvent être de nature matérielle ou immatérielle, des éléments de gestion ou de contrôle qui ont chacun une fonction spécifique dans l'ensemble fonctionnel.

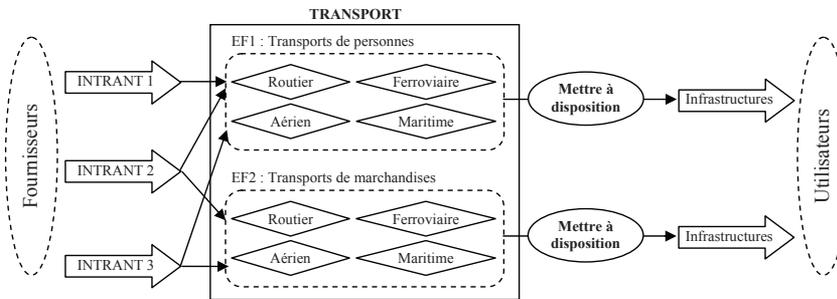
La figure 1 est une représentation théorique de l'approche système.



**Légende :** Élt = Élément composant un ensemble fonctionnel.

**Figure 1** Approche système.

Afin d'illustrer ce concept, nous pouvons prendre comme exemple le système « Transports du Québec ». La figure 2 présente une décomposition possible, dans sa vision la plus large, de ce système.



**Légende :** EF = Ensemble fonctionnel.

**Figure 2** Exemple de système.

L'intérêt de cette approche est sa multidisciplinarité. En effet, les définitions choisies permettent d'englober de nombreuses notions et ainsi d'être appliquées dans de nombreux domaines. De plus, cette approche permet de décomposer un système en fractales. En d'autres termes, un ensemble fonctionnel peut être lui-même vu comme un système, et ainsi de suite jusqu'au plus petit niveau. Cette vision permettra une meilleure opérationnalisation de cette approche au sein d'une organisation. Dans l'exemple du système de transports, la décomposition en fractales permet de définir

l'ensemble fonctionnel « EF1 : Transports de personnes » comme un système, et ses éléments comme des ensembles fonctionnels.

L'approche système considère donc l'organisation comme un ensemble d'éléments ordonnés selon des ensembles fonctionnels, dont le rôle est de fournir ou de gérer des ressources (extrants) destinées à des utilisateurs potentiels. Il convient donc de définir les ressources.

Une **ressource** peut être définie comme étant une matière, une substance, un bien, un objet, une infrastructure matérielle ou immatérielle, un service ou un moyen mis à la disposition d'un système pour le faire fonctionner. Une ressource se définit également par le fait qu'elle puisse être indisponible. C'est son indisponibilité qui engendre des conséquences sur ses utilisateurs.

Le terme « ressource » est pris dans son sens le plus large, puisque la définition englobe les services. Un service est considéré comme une ressource, au même titre qu'un objet ou qu'une infrastructure.

Le tableau 1 présente les différents types de ressources pour un système, et leurs rôles possibles reliés aux ensembles fonctionnels.

L'approche système permet donc de dresser le portrait du système (intrants, ensembles fonctionnels, extrants). Il convient de voir à présent dans quel environnement le système évolue et quelles sont les perturbations et défaillances auxquelles il doit faire face.

## **b) Caractérisation des perturbations du système**

Afin de caractériser les variations d'état d'un système, il est tout d'abord nécessaire de définir l'**état de référence** du système. Celui-ci peut se définir comme l'état pour lequel le système a été conçu. Un système est conçu pour fournir des ressources (extrants) qui respectent des caractéristiques précises établies lors de sa conception et de sa mise en place. Un système est dans son état de référence lorsque ses extrants sont fournis en respectant des caractéristiques en termes de délais et de qualité et qu'il ne subit aucune perturbation dans son fonctionnement. L'état de référence d'un système correspond donc à l'état de fonctionnement nominal théorique.

**Tableau 1** Types de ressources et rôles associés

Ressources extrants		Rôles dédiés à la fourniture d'une ressource	Rôles dédiés à la gestion d'une ressource
Humaines	Personnel	Mettre à disposition, former	Réglementer, contrôler, surveiller, administrer, coordonner, gérer, veiller, analyser
Matérielles	Matière / Énergie / Substance	Produire, transformer, distribuer, transporter, commercialiser	
	Bien / Objet		
	Infrastructure	Mettre à disposition, assurer la maintenance	
Financières	Liquidité / Capital / Action / Crédit	Générer, modifier	
	Données / Informations		
Informationnelles	TIC : Réseaux matériels	Transmettre, mettre à disposition	
	TIC : Réseaux immatériels		
Service	Services	Fournir	

L'état de référence d'un système est un état théorique pour lequel le système a été conçu et vers lequel il ne peut que tendre. L'état de référence pousse donc à l'amélioration continue du système. Cependant, l'usure du temps a tendance à faire tendre le système vers la défaillance. De plus, un système est exposé à des perturbations externes et internes qui peuvent engendrer des défaillances. Il convient donc d'accepter et de caractériser ces perturbations pour établir les différents états dans lequel un système peut se trouver.

Pour déterminer le caractère acceptable d'une perturbation du système, il faut évaluer les conséquences que ce dernier est prêt à accepter. En d'autres termes, accepter une perturbation revient à accepter ses conséquences.

Il faut établir des critères, car une ressource peut être disponible, dégradée en termes de caractéristiques, dégradée en termes de délais de livraison, ou, enfin, indisponible. Dans le cas d'un extrant, l'état de dégradation se traduira par ses caractéristiques délais – qualité. La caractéristique de délai traduit le respect du délai de livraison d'une ressource à ses utilisateurs. La caractéristique

de qualité traduit le respect de la qualité de l'extrant fourni aux utilisateurs.

Les trois états retenus pour un extrant sont :

- **Normal** : l'extrant est fourni de manière correcte à ses utilisateurs en respectant les caractéristiques en termes de délais et de qualité.
- **Perturbé** : l'extrant est fourni à ses utilisateurs avec des caractéristiques délais – qualité dégradées mais acceptables. Par exemple, l'extrant est fourni avec un retard, ou avec une qualité non optimale mais acceptable.
- **Dégradé** : l'extrant est fourni à ses utilisateurs avec des caractéristiques délais – qualité dégradées et inacceptables, ou n'est pas fourni du tout.

À partir des critères sur l'état de l'extrant, il est possible de définir cinq états dans lesquels peut être un système. Les voici :

- **État de référence** : état théorique du système pour lequel il a été conçu. Cet état constitue un niveau d'optimisation vers lequel le système cherche à tendre.
- **État normal** : tous les extrants du système sont dans l'état normal. Le système est performant puisqu'il remplit correctement sa mission de fourniture de l'extrant.
- **État perturbé** : l'un des extrants est dans l'état perturbé. Grâce à des actions mises en place, le système arrive à garder acceptable le délai de livraison de l'extrant ou arrive à en limiter les dégradations de qualité. Les dégradations de l'extrant restant acceptables, le système continue de remplir sa mission, mais il n'est plus performant.
- **État défaillant** : malgré les actions mises en place, les dégradations de l'extrant deviennent inacceptables (extrants dégradés), le rendant inutilisable. Cessation de l'aptitude du système à accomplir sa ou ses missions avec les performances spécifiées.
- **État hors service** : cessation complète de toute activité.

Une fois les différents états du système établis, il est nécessaire de déterminer des seuils qui serviront d'indicateurs afin d'anticiper

les changements d'états et, de ce fait, les défaillances. On peut en définir deux types :

- **Seuil de performance** : ce seuil correspond à la frontière entre un état normal du système (fourniture correcte de l'extrant) et un état perturbé du système (perturbations dans la fourniture de l'extrant).
- **Seuil de défaillance** : ce seuil correspond à la frontière entre un état perturbé du système (perturbations acceptables) et un état défaillant du système (perturbations inacceptables).

Les trois états du système, ainsi que les deux seuils, sont résumés dans le tableau 2.

**Tableau 2** États du système

État de l'extrant	État du système
Normal	État de référence
	Normal
Perturbé (Dégradation acceptable des caractéristiques « délais – qualité »)	Perturbé
	Défaillant
Dégradé (Dégradation inacceptable des caractéristiques « délais – qualité »)	État hors service

Tous les concepts précédents permettent de dresser le portrait du système (avec les intrants, les extrants et les ensembles fonctionnels) et de caractériser les variations d'états que celui-ci peut accepter. Mais être résilient, comme nous l'avons défini précédemment, c'est avoir la capacité de réagir devant des variations d'états en adoptant des modes de gestion bien particuliers. La section suivante traite de la représentation de la résilience d'un système par ces modes de gestion.

### c) Modes de gestion

Pour chaque état, le système adapte ses modes de gestion. Ceux-ci sont de trois types :

- **Gestion courante** : gestion du système au quotidien lorsque celui-ci fonctionne dans un état normal. La gestion courante correspond à la mise en place d'actions préventives pour gérer au quotidien les petites perturbations et anticiper les défaillances éventuelles. La gestion courante est donc une gestion planifiée relative au maintien des activités et à l'anticipation des défaillances potentielles.
- **Gestion particulière** : dès lors que le système entre dans un état perturbé et que l'on doit mettre en place des actions non déployées ordinairement, on entre dans la gestion particulière. Celle-ci correspond à la mise en place d'actions correctives lorsque le système est dans un état perturbé. Les actions de gestion particulière permettent au système de maintenir la fourniture de l'extrant selon des caractéristiques acceptables. Elles lui permettent également de tenter de remonter vers un état normal de fonctionnement. La gestion particulière est donc une gestion planifiée et adaptative, relative au maintien des activités et au rétablissement vers un état normal de fonctionnement.
- **Gestion d'urgence** : gestion du système lorsque celui-ci est dans un état défaillant et que les actions correctives déployées dans la gestion particulière ne sont plus efficaces. La gestion d'urgence correspond au déploiement de mesures d'urgence pour tenter un retour du système à un état de fonctionnement acceptable où il pourra appliquer des règles de gestion planifiée. Dans la plupart des cas, cet état de fonctionnement acceptable sera l'état perturbé. La gestion d'urgence est donc une gestion plus rigide et procédurale qu'une gestion adaptative.

Le tableau 3 fait le lien entre les modes de gestion et les variations d'état du système.

Ces modes de gestion ont des liens directs avec les analyses de risques traditionnelles réalisées à l'interne des systèmes. En effet, nous pouvons considérer que la gestion particulière peut être assimilée à la gestion de continuité des opérations. En effet,

dans cet état, le système déploie des actions pour continuer de remplir sa mission : fournir des extrants selon des caractéristiques acceptables.

**Tableau 3** Modes de gestion du système

États de l'extrant	États du système	Modes de gestion
Normal	Normal	Gestion courante
Perturbé (Dégradation acceptable des caractéristiques « délais – qualité »)	Perturbé	Gestion particulière
Dégradé (Dégradation inacceptable des caractéristiques « délais – qualité »)	Défaillant	Gestion d'urgence

La gestion d'urgence est relative au domaine des mesures d'urgence traditionnelles. En effet, dans l'état défaillant, le système ne remplit plus de manière acceptable sa mission de fournir des extrants et cherche uniquement à retrouver un état de fonctionnement acceptable. Il met alors en œuvre des procédures préétablies.

**d) Synthèse des concepts : représentation de la résilience**

Les modes de gestion courante et particulière peuvent être symbolisés par des ressorts. Cette analogie à la mécanique provient du fait que ces modes de gestion peuvent être vus comme des forces s'opposant à la force aléa. La gestion courante et la gestion particulière sont comme des ressorts qui s'opposent à la force aléa tout en admettant assez d'élasticité et de flexibilité pour absorber les chocs.

Étant donné que ces deux modes de gestion sont différents, il faut considérer deux types de ressorts :

-  : le ressort de gestion courante, qui ramène le système vers son état de référence;
-  : le ressort de gestion particulière, qui ramène le système d'un état perturbé vers un état normal.

Le troisième mode de gestion est la gestion d'urgence correspondant à l'état défaillant du système. Comme nous l'avons vu plus tôt, cette gestion est plus réactive qu'adaptative. En effet, contrairement aux autres modes de gestion, elle ne peut pas être vue comme une force s'opposant à la force aléa puisque la perturbation est passée et que le système est déjà tombé en défaillance. Les actions de gestion d'urgence déployées ont pour but de faire remonter le système vers un état de fonctionnement acceptable, qui est dans ce cas l'état perturbé. L'analogie mécanique qui symbolise la gestion d'urgence est le vérin, qu'on peut représenter ainsi : . Utilisé pour le levage de charges, cet appareil mécanique permet d'illustrer le fait que le système déploie des mesures d'urgence pour remonter vers l'état perturbé.

L'état du système peut quant à lui être représenté par une flèche afin de traduire un équilibre. En effet, le système est en équilibre entre, d'une part, des aléas qui le poussent vers la défaillance et, d'autre part, les modes de gestion symbolisés par les ressorts.

Les niveaux et seuils qui expriment l'état du système peuvent être, quant à eux, représentés en quartier de cercle. Cette analogie peut faire référence à un compteur de vitesse (odomètre) et met ainsi en évidence le fait que la mesure de l'état d'un système est faite en continu à partir de niveaux et de seuils précis.

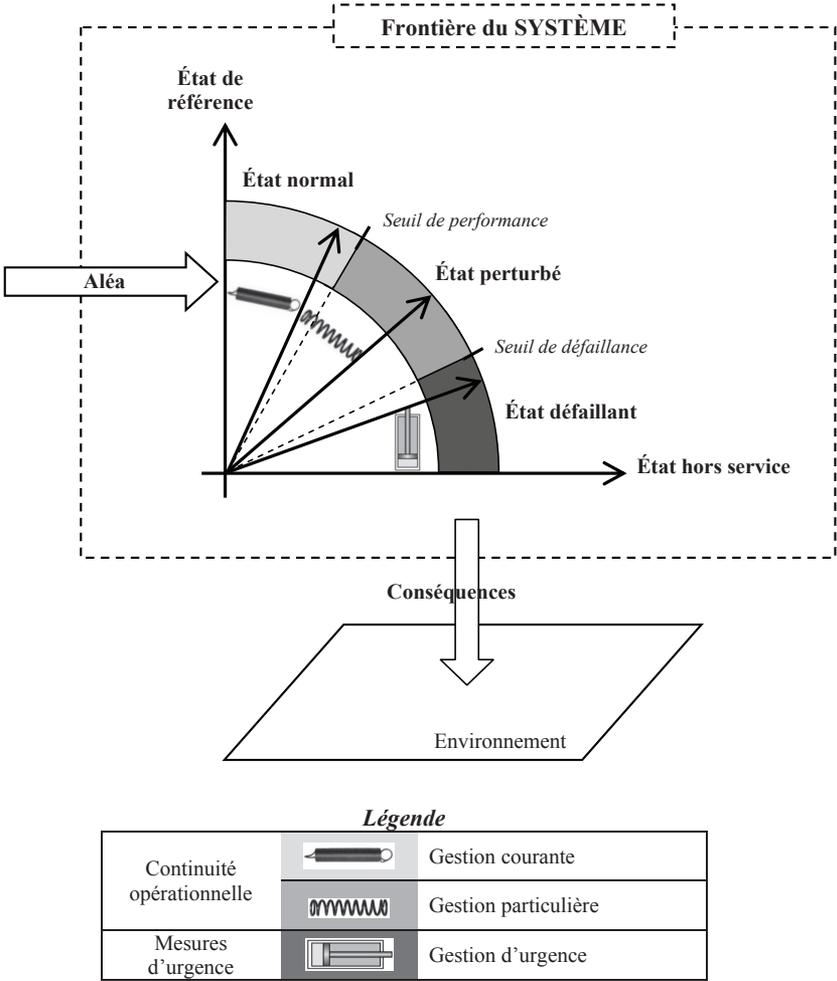
La schématisation de la résilience d'un système est présentée à la figure 3.

Il est important de noter que les modes de gestion et les états du système ne sont pas fixes dans le temps, mais évolutifs, d'où la notion d'équilibre du système entre des aléas et des conséquences (équilibre avec l'environnement maintenu par les ressorts).

### e) Comment agir?

Le concept de la résilience est perçu comme étant plutôt théorique et complexe. Sachant que l'évaluation de la résilience doit devenir un outil d'aide à la décision important pour les organisations (BSI, 2006), il devient donc capital de l'intégrer dans leur culture, même si le passage de la théorie à la pratique est difficile.

Le premier moyen d’agir concrètement dans une organisation pour opérationnaliser tous ces concepts et la rendre plus résiliente est d’intégrer la notion « Accepter – Anticiper – Planifier ».



**Figure 3** Schématisation de la résilience d’un système.

Accepter signifie être capable :

- de comprendre l’environnement dans lequel évolue le système;
- de définir un état de référence pour le système;
- de connaître et d’accepter les défaillances du système.

Anticiper signifie être capable :

- d'être proactif quant aux défaillances qui pourraient survenir;
- de prévoir des délais et de dégager des marges de manœuvre.

Planifier signifie être capable :

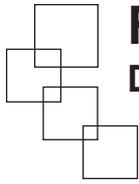
- d'organiser à l'avance des actions de prévention et de correction grâce à des modes de gestion de la résilience;
- de prendre en compte, lors de la mise en place des actions, la dépendance à d'autres ressources et services.

Le ciment qui lie ces concepts et qui construit la résilience du système est l'évaluation en continu de la **cohérence** entre tous les éléments relatifs aux connaissances, aux mécanismes d'anticipation et aux règles de planification à l'interne du système, ainsi que de sa cohérence avec son environnement.

#### **f) En résumé**

Tous les concepts liés à la résilience organisationnelle ont permis d'établir une terminologie de base en résilience. Développés selon une approche multidisciplinaire et globale, ils ont aussi permis de bâtir une méthodologie d'évaluation de la résilience des organisations. Conçue selon les trois concepts clés de la résilience, cette méthodologie opérationnelle est reprise en détail dans la section suivante.





# PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES D'ÉVALUATION DE LA RÉSILIENCE

Les concepts théoriques présentés précédemment nécessitent une approche opérationnelle pour qu'on puisse les appliquer aux systèmes. Cette mise en pratique apparaît sous forme d'une méthodologie visant à évaluer l'état de résilience de ces derniers (Pairet, 2009). La méthodologie d'évaluation de la résilience des systèmes que l'on propose se construit autour de quatre étapes principales :

- Portrait du système
- Étude des extrants et des intrants
- Gestion des défaillances
- Évaluation de l'état de résilience du système

Ces étapes sont décomposées en activités et résumées dans le tableau 4. Toutefois, ces activités ne sont pas figées; elles doivent être adaptées en fonction des particularités du système et de ses besoins spécifiques. De plus, elles nécessitent d'être réalisées en boucles itératives successives, car les résultats peuvent évoluer avec la progression de l'étude. Ainsi, les résultats de chaque activité doivent être revalidés avant de dresser le bilan de l'étape principale en cours.

Afin d'apporter au lecteur les précisions nécessaires à la compréhension de la méthodologie et des résultats désirés, nous allons décrire chacune des étapes, en maintenant un parallèle avec les concepts théoriques tout au long de notre développement.

## **a) Portrait du système (étape 1)**

Le portrait du système a pour objectif de définir le système et ses sous-ensembles, et de déterminer les extrants qu'il fournit à son environnement. Cette étape permet d'obtenir une vue globale du système et de ses composantes internes et externes. Elle correspond à l'application de l'approche système.

**Tableau 4** Récapitulatif de la méthodologie

<b>Identification des étapes</b>	<b>Description des activités</b>
Étape 1 : Portrait du système	Définition du système
	Identification et décomposition des extrants principaux
	Identification des ensembles fonctionnels
Étape 2 : Étude des extrants et des intrants	Caractérisation des extrants et de leur mode de dégradation
	Caractérisation des intrants et de leur mode de dégradation
	Évaluation de l'impact et des délais d'affectation
Étape 3 : Gestion des défaillances	Identification des éléments critiques
	Caractérisation des mesures de prévention
	Caractérisation des mesures de protection
Étape 4 : Évaluation de la résilience	Connaissance du système
	Capacité à maintenir ses activités
	Capacité à rétablir ses activités
	État de résilience du système

Comme nous l'avons expliqué dans la partie théorique, la caractérisation du système doit être cohérente avec le degré de raffinement de l'étude. Les principaux paramètres qui permettent de définir les limites du système sont la caractérisation des extrants et la connaissance des ensembles fonctionnels qui jouent des rôles importants dans la fourniture de ces derniers (fig. 1).

Les extrants correspondent généralement aux missions du système. Toutefois, s'ils sont trop globaux ou conceptuels, il peut être utile de les décomposer afin d'obtenir des extrants plus précis, plus concrets et, surtout, mesurables ou qualifiables. Par exemple, à la figure 2, l'extrant principal « transport » peut être décomposé en extrants « transport aérien », « transport routier », « transport maritime » et « transport ferroviaire ».

Les ensembles fonctionnels regroupent les éléments en fonction d'un rôle commun dans la fourniture d'un extrait (tableau 1, figures 1 et 2).

L'identification des ensembles fonctionnels dépend du degré de précision de l'étude. Pour une étude globale, un ensemble fonctionnel peut comprendre une organisation, un ensemble d'organisations regroupées en association, etc. Pour une étude plus fine dont le système correspond directement à une entreprise industrielle, par exemple, un ensemble fonctionnel peut alors être une direction ou un service.

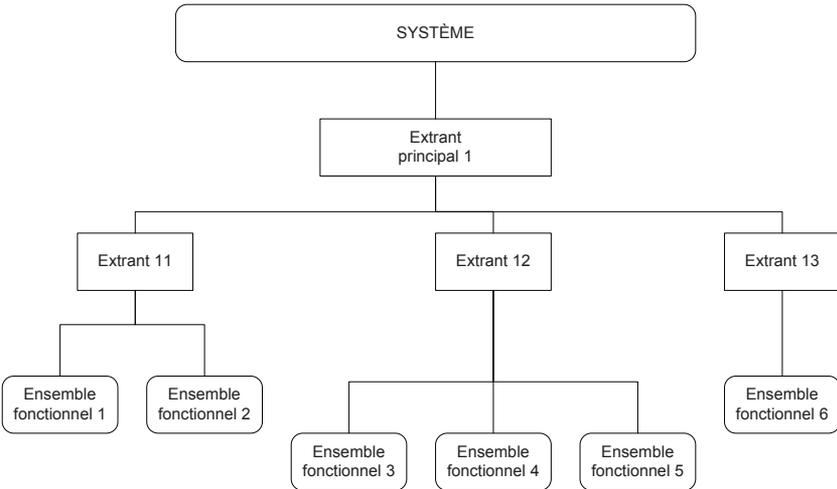
Les extraits (qualifiables ou mesurables) et les ensembles fonctionnels sont alors regroupés en fonction des rôles joués par ces derniers. On peut aussi ajouter des paramètres complémentaires, comme la juridiction des organisations impliquées. Les rôles peuvent être regroupés selon des critères de gestion, de contrôle ou de fonctionnement. Bien sûr, la représentation de ces informations doit être adaptée aux réalités organisationnelles du système à l'étude.

Le tableau 5 présente une synthèse qui regroupe les extraits et les ensembles fonctionnels, ces derniers ayant été regroupés selon des rôles de fonctionnement, de gestion et de réglementation. On aurait pu proposer d'autres regroupements. Toujours à titre d'exemple, on y a inscrit une caractéristique supplémentaire relative aux ensembles fonctionnels pour préciser quelles organisations sont des intervenants principaux ou secondaires. En d'autres termes, toute information jugée pertinente peut être rajoutée.

En complément au tableau synthèse, il est souhaitable de tracer un graphique du système qui inclut les extraits et les ensembles fonctionnels. La figure 4 en montre un exemple. Encore une fois, cette représentation graphique doit être adaptée à la réalité du système à l'étude.

**Tableau 5** Exemple de synthèse descriptive des extraits et ensembles fonctionnels

Extraits principaux	Regroupement des ensembles fonctionnels	Rôles des ensembles fonctionnels	Identification et caractérisation des ensembles fonctionnels		
			Ex. : <i>Ministère</i>	Ex. : <i>Organisation privée</i>	Ex. : <i>Association</i>
Extrait (Ex. : <i>Infrastructures de transport aérien</i> )	Ensembles fonctionnels de fonctionnement	Ex. : <i>mettre à disposition les infrastructures</i>	IS	IP	IS
		Ex. : <i>contrôler le trafic</i>		IP	
	Ensembles fonctionnels de gestion	Ex. : <i>gérer le réseau aérien</i>	IS		IP
		Ex. : <i>appliquer les lois</i>	IP		
	Ensembles fonctionnels de réglementation	Ex. : <i>réglementer le transport aérien</i>	IP		
<b>Légende :</b> <i>IP</i> : intervenant principal; <i>IS</i> : intervenant secondaire.					



**Figure 4** Exemple de graphique d'un système.

À ce stade, il faut effectuer une validation de toutes ces informations auprès de chacun des intervenants impliqués au sein des ensembles fonctionnels. Celle-ci peut entraîner une modification ou un ajout d'élément dans les tableaux et graphiques précédents.

Cette validation est primordiale en termes de résilience. En effet, le premier principe de la résilience, celui de l'acceptation, demande d'assurer une connaissance explicite du système et une cohérence dans les informations qui le caractérisent. Le portrait du système obtenu à l'aide de tableaux synthèses et de graphiques permet d'intégrer des intervenants multidisciplinaires, de s'attirer leur collaboration, mais aussi d'assurer une plus grande appropriation de la démarche de résilience en visualisant et en acceptant cette vision cohérente de l'ensemble des composantes d'un système.

## **b) Étude des extrants et des intrants (étape 2)**

L'analyse des extrants correspond à l'étape subséquente à l'établissement du portrait du système. Il s'agit d'abord de caractériser les états et les modes de perturbation et de dégradation des extrants. Ensuite, il faut établir des liens entre la perturbation ou la dégradation potentielle d'un intrant et les conséquences sur la fourniture d'un extrant. Ces liens, fonctionnels et temporels, seront établis en passant par les ensembles fonctionnels.

Cette étape permet d'obtenir les données nécessaires à la connaissance des défaillances du système présentées dans les concepts de résilience organisationnelle. Elle est le prélude à toute activité cohérente d'anticipation et de planification.

Comme nous l'avons vu, deux seuils (seuil de performance et seuil de défaillance) permettent de délimiter les trois états d'un extrant (normal, perturbé ou dégradé). Il s'agit donc d'évaluer comment les ensembles fonctionnels influent sur la fourniture d'un extrant.

Sachant que l'évaluation des états et des seuils d'un extrant dépend de paramètres de qualité mais aussi de contraintes légales, contractuelles, etc., il faut les caractériser et les qualifier en intégrant spécifiquement un paramètre temporel. Ce dernier est évalué par l'impact de la défaillance d'un ensemble fonctionnel sur un

extrait. Il s'agit de mesurer cet impact en termes de conséquences (dégradation de l'extrait) et de délais (au bout de combien de temps l'extrait devient-il dégradé?).

En d'autres mots, il faut répondre à la question suivante : « Comment et au bout de combien de temps la défaillance d'un ensemble fonctionnel engendre-t-elle la perturbation et la dégradation d'un extrait? »

Les réponses à cette question peuvent être regroupées, par exemple, dans un tableau qui relève les perturbations et dégradations possibles d'un extrait et qui établit les relations entre ces états et des ensembles fonctionnels, de même que le paramètre temporel d'acceptabilité des perturbations, comme l'illustre le tableau 6.

**Tableau 6** Exemple de synthèse descriptive des états d'un extrait

Identification d'un ensemble fonctionnel	État perturbé	→	État dégradé
	Description des perturbations possibles	Pendant combien de temps l'état perturbé est-il acceptable pour cet extrait?	Description des dégradations possibles
.....	....	...	...
.....	....	...	...

L'étude des intrants et des conséquences de leurs perturbations ou dégradations sur le système doit suivre.

En premier lieu, chaque responsable des ensembles fonctionnels doit préciser les intrants qu'il utilise. Pour assurer une cohérence dans cette démarche, il est préférable d'établir une liste générique de ressources essentielles et de la soumettre à tous les responsables des ensembles fonctionnels afin qu'ils déterminent celles qui s'appliquent à eux. La création préalable d'une telle liste permet, en outre, de présenter les modes de perturbation et de dégradation de ces ressources.

Le tableau 7 montre un exemple de liste générique où apparaît la ressource « eau potable ». Un responsable d'un ensemble fonctionnel indique que cette ressource est utilisée par son ensemble. Elle devient donc un intrant au système. La colonne

contenant le symbole « ? » indique un manque d'information quant à l'utilisation de cette ressource, qui doit être levé.

**Tableau 7** Exemple de liste générique de ressources essentielles

Liste des ressources essentielles	Description des perturbations potentielles	Description des dégradations potentielles	Utilisation de la ressource par l'ensemble fonctionnel		
			Oui	Non	?
Ressource Ex. : eau potable	Ex. : faible pression	–	X		
	Ex. : forte pression	Ex. : non disponible			
	Ex. : faible qualité	Ex. : eau contaminée			
.....	....	...	...		
.....	....	...	...		

D'autres systèmes pourraient créer et utiliser une liste similaire en s'inspirant, par exemple, des travaux réalisés par l'OSCQ dans le cadre de la démarche gouvernementale visant à accroître la résilience des systèmes essentiels au Québec (OSCQ, 2009).

Les intrants utilisés par les ensembles fonctionnels sont donc déterminés et colligés grâce à cette liste préétablie. On peut évidemment y ajouter d'autres intrants spécifiques au système, puis dresser une liste finale d'intrants pour chaque système donné.

Il s'agit maintenant d'établir le temps entre le début de la dégradation d'un intrant et la perturbation puis la défaillance d'un ensemble fonctionnel. En d'autres mots, répondre à la question suivante : « Comment et au bout de combien de temps la défaillance d'un intrant engendre-t-elle la perturbation et la dégradation d'un ensemble fonctionnel? »

Le tableau 8 présente un exemple de synthèse que l'on peut produire en réponse à la question précédente. Il permet de relier les perturbations et dégradations d'un intrant avec le fonctionnement d'un ensemble fonctionnel. Évidemment le paramètre temporel est significatif dans cette analyse. On y reprend l'exemple de la

ressource « eau potable » et on y expose deux états, issus du tableau 7. L'état perturbé affecte l'ensemble fonctionnel au bout de quelques jours, mais n'entraîne pas de défaillance. Par contre, l'état dégradé de l'intrant entraîne une perturbation de l'ensemble fonctionnel au bout d'une heure. Deux heures plus tard, c'est la défaillance.

**Tableau 8** Exemple de synthèse descriptive des liens entre des intrants et un ensemble fonctionnel

Identification de l'ensemble fonctionnel (EF) à l'étude : .....			
		Étude de l'ensemble fonctionnel	
INTRANT	État de l'intrant	État normal → État perturbé → État défaillant	
		Au bout de combien de temps l'EF passe-t-il de l'état normal à l'état perturbé?	Au bout de combien de temps l'EF passe-t-il de l'état perturbé à l'état défaillant?
Ressource Ex. : <i>eau potable</i>	Perturbé Ex. : <i>faible qualité</i>	3 jours	-
	Dégradé Ex. : <i>eau contaminée</i>	1 heure	2 heures
.....	....	....	....
.....	....	....	....

Évidemment, la synthèse doit être représentative et pertinente par rapport aux réalités organisationnelles du système à l'étude, et le tableau 8 modifié et adapté en conséquence.

Enfin, il faut réaliser une dernière étape, soit la consolidation. Cette étape permet d'analyser la cohérence entre toutes les informations issues des divers ensembles fonctionnels. Il s'agit de regrouper les renseignements sur l'état des intrants, des ensembles fonctionnels et des extrants, et de calculer le paramètre temporel qui les lie.

En d'autres termes, on doit établir le temps qu'il faut pour qu'une perturbation ou une dégradation d'un intrant entraîne la perturbation puis la dégradation d'un extrant. Pour ce faire, il s'agit de combiner les tableaux 6 et 8 et de produire un tableau synthèse propre à chaque intrant du système.

Durant ce travail de consolidation, il ne faut pas manquer d'analyser un paramètre majeur : la capacité du système à détecter la dégradation des intrants, des ensembles fonctionnels et des extrants. En termes d'évaluation de la résilience, ce paramètre est important pour déterminer la capacité du système à anticiper des perturbations et mettre en place des mesures de gestion adéquates.

La phase d'acquisition des connaissances étant complétée, il s'agit maintenant d'évaluer les modes de gestion du système, surtout en ce qui concerne la gestion particulière.

### **c) Gestion des défaillances (étape 3)**

Cette étape comprend l'identification et la caractérisation des mesures d'atténuation, qui englobent des mesures de sécurité, aussi bien de protection que de prévention, mises en place par le système. Ces mesures font partie intégrante des modes de gestion définis précédemment, soit la gestion courante, la gestion particulière et la gestion d'urgence.

À cette étape, il s'agit de colliger les mesures de gestion mises en place par les divers ensembles fonctionnels et non de planifier des mesures d'atténuation. L'objectif est d'en évaluer la cohérence. En effet, des mesures peuvent demander l'utilisation de ressources alternatives. Il est alors important d'évaluer si plusieurs ensembles fonctionnels vont utiliser la même ressource et d'en vérifier la disponibilité. L'exemple le plus courant est l'utilisation de plusieurs génératrices en cas de panne électrique. Il devient important de connaître la consommation totale de carburant qui en résulte et d'assurer un approvisionnement suffisant pour l'ensemble du système.

Afin de prioriser les analyses, il peut être judicieux de regrouper les ensembles fonctionnels en catégories qui devraient compléter ou renforcer les informations colligées, selon l'exemple du tableau 5. Khayate (2008) suggère deux catégories :

- les ensembles fonctionnels critiques, qui sont des éléments dont la défaillance engendre des conséquences immédiates ou significatives sur un des extrants du système;

- les ensembles fonctionnels de support, qui sont des éléments dont la fonction est de soutenir ou de compléter les activités des ensembles fonctionnels critiques.

Les mesures d'atténuation doivent être rattachées aux modes de gestion particulière et d'urgence, donc à l'état du système qui est directement fonction de l'état de l'extrait.

Une première analyse consiste à vérifier si les ensembles fonctionnels critiques ont prévu des mesures d'atténuation. Dans le cas contraire, ces ensembles fonctionnels devraient mettre en œuvre des plans d'action, car ils constituent un point faible du système. En reprenant l'image du ressort (fig. 3), cette simple vérification correspond au principe de base de la résilience : vérifier la présence des ressorts avant d'en analyser la cohérence!

L'étape suivante correspond à l'analyse de cohérence des modes de gestion mis en place par le système. Ces modes doivent être répertoriés et caractérisés.

Il faut analyser plusieurs paramètres afin de caractériser les mesures de protection, parmi lesquels :

- Les contextes pour lesquels elles sont mises en place.
- Leurs effets (atténuation des conséquences ou délai supplémentaire). Il faut être capable d'estimer la durée supplémentaire accordée par les mesures de gestion mises en place. Les effets concernent donc la fourniture des extraits.
- Les ressources alternatives qui seront utilisées pour gérer des perturbations ou des dégradations de certains intrants. La disponibilité des ressources alternatives utilisées par les multiples modes de gestion est un paramètre important à considérer, car l'efficacité des mesures en dépend fortement.

À ce stade de l'analyse de la résilience, les systèmes devront développer leurs propres outils d'analyse spécifique. Ils devront caractériser les modes de gestion qui relient des intrants (perturbés ou dégradés) à des extraits. Il s'agit de regrouper les informations suivantes :

- Caractérisation de l'intrant à l'étude :
  - √ Nom
  - √ Caractérisation des perturbations
  - √ Caractérisation des dégradations
- Caractérisation des ensembles fonctionnels :
  - √ Liste des ensembles fonctionnels qui utilisent cet intrant
  - √ Identification des extrants affectés
  - √ Établissement des délais d'affectation globaux
  - √ Intégration de contextes particuliers plus critiques
  - √ Etc.
- Caractérisation des modes de gestion :
  - √ Pour les perturbations de l'intrant :
    - \* Affectation des extrants
    - \* Liste des mesures de gestion
    - \* Délais supplémentaires prévus
    - \* Regroupement des ressources alternatives
    - \* Etc.
  - √ Pour les dégradations de l'intrant :
    - \* Affectation des extrants
    - \* Liste des mesures de gestion
    - \* Délais supplémentaires prévus
    - \* Regroupement des ressources alternatives
    - \* Etc.
- Élaboration de tableaux synthèses relativement aux :
  - √ Délais plus critiques et ensembles fonctionnels critiques
  - √ Marges de manœuvre et ensembles fonctionnels critiques
  - √ Contextes critiques
  - √ Ressources alternatives
  - √ Etc.

Pour ce qui est de l'analyse des ressources alternatives, le tableau 9 présente une synthèse des mesures prises par un système concernant l'intrant « eau potable » dégradé (« eau contaminée »). Les ensembles fonctionnels ont tous évalué leurs besoins en ressource alternative « eau embouteillée ». Par contre, deux seuils (minimale et souhaitable) ont été établis relativement aux

possibilités d'approvisionnement. Ces renseignements permettent de mieux prévoir des plans de contingence avec des fournisseurs d'eau embouteillée. La colonne contenant le symbole « ? » indique un manque d'information quant à l'utilisation de cette ressource. C'est une information très pertinente sur le plan de l'évaluation de la cohérence des analyses et, comme nous l'avons mentionné précédemment, elle devrait être examinée.

**Tableau 9** Exemple de synthèse d'utilisation d'une ressource alternative

Identification de l'intrant à l'étude :			Ex. : eau potable		
Caractérisation de la dégradation :			Ex. : eau contaminée		
Identification de la ressource alternative utilisée			Ex. : eau embouteillée		
	Planification de l'utilisation de la ressource alternative?			Évaluation de la quantité planifiée (en litres/jour)	
	Oui	Non	?	Minimale	Souhaitable
Ensemble fonctionnel 1				...	...
Ensemble fonctionnel 2				...	...
.....				...	...
.....				...	...
Quantité totale (litres/jour)				...	...

#### d) Bilan : évaluation de la résilience (étape 4)

Le bilan a pour objectif d'évaluer l'état de résilience actuel du système, avec ses points forts et ses points faibles. Pour ce faire, il faut croiser l'ensemble des résultats obtenus lors des étapes précédentes et les analyser afin d'obtenir une vision générale de la résilience.

Le bilan sur l'évaluation de la résilience s'articule autour de quatre axes majeurs :

- La connaissance du système : cette partie correspond à l'identification des points faibles du système et contribue à en faire accepter les défaillances.

- La capacité du système à maintenir ses activités : le système doit être proactif et anticiper les défaillances, de même qu'il doit planifier des actions pour maintenir un niveau de fonctionnement acceptable.
- La capacité du système à rétablir ses activités : cette capacité constitue le second volet de la résilience organisationnelle, dans lequel le système planifie et met en place des procédures afin de retrouver au plus vite un fonctionnement acceptable en cas de crise.
- L'état de résilience du système : le bilan final souligne les points forts du système et met en lumière les pistes d'amélioration visant à augmenter sa résilience.

Les concepts d'anticipation, de planification et d'acceptabilité sont à la base de ces axes majeurs.

En rappel, les paramètres principaux qui entrent en ligne de compte lors de l'identification des points faibles du système sont ainsi exposés par Petit (2009) :

- Les intrants : ils représentent la dépendance du système envers son environnement et ses fournisseurs. Une priorisation des intrants en fonction de leur criticité permet de relever les faiblesses dites amont du système.
- Les ensembles fonctionnels et leurs éléments constitutifs : ils constituent des sources potentielles de défaillance interne. Il faut donc évaluer la sensibilité du système devant la défaillance d'un de ses sous-ensembles. Pour ce faire, il s'agit de déterminer les ensembles fonctionnels critiques, puis d'effectuer une priorisation. Ces ensembles constituent les faiblesses dites internes.
- Les extrants : leur indisponibilité engendre des conséquences sur les utilisateurs. À travers ces derniers, ils représentent la sensibilité de l'environnement devant la défaillance du système et la dégradation de ses extrants. Il faut donc en préciser et en caractériser les conséquences pour évaluer la criticité des extrants. Les extrants critiques constituent les faiblesses dites aval du système.

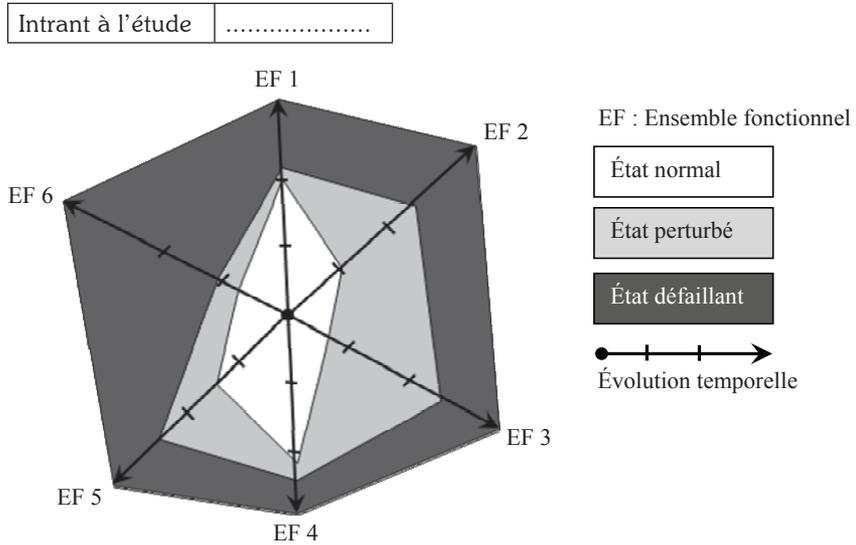
Mais l'étude des points faibles n'est que la première partie du bilan. Celui-ci se poursuit avec l'évaluation de la capacité du système à maintenir ses activités dans un état de fonctionnement acceptable. Cette capacité relève des mécanismes et processus du système, qui servent à l'évaluer, et dont les principaux sont :

- La détection des défaillances internes et de la dégradation des intrants. La détection permet au système d'anticiper les défaillances et de réagir au plus tôt afin de les éviter ou d'en atténuer les conséquences grâce aux mesures de sécurité existantes.
- Les modes de gestion mis en place. Ils servent à réduire les perturbations et les défaillances, et à en atténuer les conséquences lorsqu'elles se présentent. Il faut vérifier s'ils sont efficaces et correctement agencés par rapport aux points faibles du système. Ils permettent de diminuer le seuil de défaillance de ce dernier. Si une défaillance ne peut être évitée, il faut alors considérer les marges de manœuvre.
- Les marges de manœuvre accordées grâce aux délais d'affectation et aux mesures de protection. La comparaison des délais d'affectation initiaux (sans mesures de protection) et rallongés (avec mesures de protection) permet d'estimer le degré de résilience du système en fonction du temps durant lequel il sera capable de maintenir ses activités malgré une défaillance interne ou la dégradation d'un intrant. Les marges de manœuvre déterminent le seuil de défaillance du système.

La résilience du système dépend d'une multitude de paramètres à la fois distincts et interdépendants. Il convient donc d'évaluer non pas la résilience globale du système, mais plutôt la résilience du système par rapport à ces divers paramètres. L'évaluation est ainsi plus représentative et plus concrète. Pour ce faire, il faut d'abord mettre en lumière les points faibles du système, ses points forts et ses capacités spécifiques afin d'ouvrir la voie vers des pistes d'amélioration à suivre. En effet, tout point faible ou toute lacune doit mener à une recommandation afin d'accroître la résilience du système.

Ensuite, avec ces résultats, on peut dresser des portraits de la résilience du système en fonction des divers paramètres relevés.

La figure 5 fournit un exemple de représentation de ces portraits. Ce type de représentation intègre le temps, qui est un paramètre primordial de l'évaluation de la résilience. De plus, on n'y trouve pas un portrait global, mais plutôt plusieurs portraits ciblant les particularités de la résilience du système. Cet exemple schématise la résilience d'un système par rapport à un intrant.



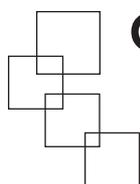
**Figure 5** Portrait de la résilience du système par rapport à un intrant.

Sur ce portrait, on remarque par exemple que le système est peu résilient en ce qui concerne la défaillance de l'EF 6 qui est rapidement perturbé, puis défaillant. Par contre, il est résilient en ce qui a trait à l'EF 3 qui peut maintenir ses activités longtemps en zone perturbée.

**e) En résumé**

La méthodologie d'évaluation de la résilience permet d'obtenir un portrait de la résilience du système en fonction de ses paramètres fondamentaux. Cette évaluation doit aboutir à des recommandations concernant les faiblesses du système et entraîner la mise en place d'actions et de mesures concrètes pour en augmenter la résilience.

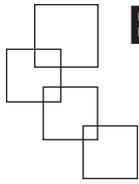




## CONCLUSION

Les concepts théoriques et méthodologiques présentés dans cet ouvrage synthétisent plusieurs travaux de recherche. Ils posent les bases de l'évaluation de la résilience. Des travaux sont en cours avec l'OSCQ afin de développer des outils opérationnels qui seront utilisables à chaque étape méthodologique. En posant et en diffusant ces principes, nous voulons que de nombreuses organisations puissent procéder à l'implantation d'une démarche d'évaluation de la résilience. Nous souhaitons ainsi établir des collaborations interdisciplinaires fondées sur de multiples expérimentations d'application et créer une communauté de pratique qui permettra de raffiner les concepts et de développer des outils méthodologiques de plus en plus performants, efficaces et adaptés aux réalités gouvernementales et industrielles.





## BIBLIOGRAPHIE

- Australia Strategic Policy Institute (ASPI). (2008). *Strategic Insights 39 - Taking a Punch: Building a More Resilient Australia*. Canberra : Australia Strategic Policy Institute. Consulté le 25 février 2009, tiré de [www.aspi.org.au/publications/publication\\_details.aspx?ContentID=165](http://www.aspi.org.au/publications/publication_details.aspx?ContentID=165).
- British Standards Institution (BSI). (2006). *Business Continuity Management – Part 1: Code of Practice*. BSI Management Systems America, Inc. BS25999-1:2006.
- Khayate, W. (2008). *Étude de la vulnérabilité d'une organisation en continuité des opérations*. Mémoire (M. Sc. A.). École Polytechnique de Montréal, Québec, Canada.
- Madni, A. M. (2007). *Designing for Resilience. ISTI Lectures Notes on Advanced Topics in Systems Engineering*.
- McManus, S., Seville, E., Vargo, J., et Brunsdon, D. (2008). « Facilitated Process for Improving Organizational Resilience ». *Natural Hazards Review*, 9(2), 81-90.
- Ministère de la sécurité publique du Québec (MSP). (2009). « Démarche de planification gouvernementale : la résilience des systèmes essentiels au Québec ». *Résilience*, 4(1), 4-5
- Nations Unies. (2005). *Rapport de la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes*. Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes. Kobe (Hyogo, Japon), 18-22 janvier 2005.
- Organisation de la sécurité civile du Québec (OSCQ). (2009). *Cadre de référence de la démarche gouvernementale visant à accroître la résilience des systèmes essentiels au Québec*. Sous-comité de l'OSCQ sur la résilience des systèmes essentiels.

- Pairet, J.-Y. (2009). *Méthodologie d'évaluation de la résilience*. Mémoire (M. Sc. A.). École Polytechnique de Montréal, Québec, Canada.
- Petit, F. (2009). *Concepts d'analyse de la vulnérabilité des infrastructures essentielles – Prise en compte de la cybernétique*. Thèse (Ph. D.). École Polytechnique de Montréal, Québec, Canada.
- Pinel, W. (2009). *La résilience organisationnelle : concepts et activités de formation*. Mémoire (M. Sc. A.). École Polytechnique de Montréal, Québec, Canada.
- Sécurité publique Canada (SPC). (2008). *Aller de l'avant avec la Stratégie nationale sur les infrastructures essentielles*. Ottawa, Canada : Sécurité publique Canada. Consulté le 20 mai 2009, tiré de [www.securitepublique.gc.ca/prg/em/cip/strat-part1-fra.aspx](http://www.securitepublique.gc.ca/prg/em/cip/strat-part1-fra.aspx).
- The Reform Institute. (2008). *Building a Resilient Nation: Enhancing Security, Ensuring a Strong Economy*. Washington : The Reform Institute. Consulté le 23 juin 2009, tiré de [www.reforminstitute.org/DetailPublications.aspx?pid=203&cid=3](http://www.reforminstitute.org/DetailPublications.aspx?pid=203&cid=3).







